

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-77619

(43) 公開日 平成7年(1995)3月20日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 6/13		8106-2K	G 0 2 B 6/ 12	M

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平5-179859

(22) 出願日 平成5年(1993)6月25日

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 中村 史朗

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(72) 発明者 柳川 久治

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 五十嵐 清

(54) 【発明の名称】 光導波路回路部品の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 低損失の埋込み導波路型光部品を提供する。

【構成】 所定パターンのチャネル導波路を火炎堆積法で上部クラッド層に埋込むに先立ち、チャネル導波路に加熱処理を施して、ホトリソグラフィとエッチング時に発生した側面の微細凹凸や表面の変質層を消失させる。

【効果】 チャネル導波路の側面は平滑になり、表面の変質層は溶解するので、光の散乱損失は低減する。

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の上に火炎堆積法で石英ガラスの下部クラッド層を形成する工程；前記下部クラッド層の上に火炎堆積法で石英ガラスのコア層を形成する工程；前記コア層にホトリソグラフィーとエッチング処理を施して、所定パターンのチャネル導波路を形成する工程；前記チャネル導波路にその軟化温度近傍の温度で加熱処理を施す工程；および、前記チャネル導波路を火炎堆積法で形成した石英ガラスの上部クラッド層の中に埋込む工程；を備えていることを特徴とする光導波路回路部品の製造方法。

【請求項2】 前記加熱処理時の温度が、前記チャネル導波路の透明ガラス化温度よりも、100～400℃低い温度である請求項1の光導波路回路部品の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は埋込み型導波路を有する光導波路回路部品の製造方法に関し、更に詳しくは、その導波路に光を導波させたときに、光の伝搬損失が低減する光導波路回路部品の製造する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】石英ガラスを構成材料とする光導波路回路部品は、従来、次のようにして製造されている。その方法を、添付図面に基いて説明する。まず、図1で示したように、例えばSiから成る基板1の上に、火炎堆積法で、所望厚みの下部クラッド層前駆体2'を形成し、ついで、その上に、同じく火炎堆積法で、下部クラッド層2を構成するガラスとは別組成の石英ガラスによりコア層前駆体3'を形成し、それらを加熱してガラス化し、下部クラッド層2とコア層3とから成るスラブ導波路層を形成する（図2）。

【0003】その後、このコア層3にホトリソグラフィーとエッチング処理を施して、このコア層3を所定パターンのチャネル導波路に加工する。すなわち、図3で示したように、コア層3の上に例えばホトレジスト膜4を成膜したのち、その上に、所定パターンのマスク5を密着して載置し全体に光を照射する。

【0004】ついで、マスク5を取り除き、例えば、反応性イオンエッチング（RIE）や反応性イオンビームエッチング（RIE）のようなドライエッチング法でマスクの下以外のホトレジスト膜をエッチング除去したのち、更にその下に位置するコア層の部分をエッチング除去する。その結果、図4で示したように、下部クラッド層2の上には、所定パターンのチャネル導波路6が形成される。

【0005】最後に、このチャネル導波路6を埋込むようにして、火炎堆積法で、例えば前記下部クラッド層前駆体2'と同じ組成の上部クラッド層前駆体を形成し、それを加熱してガラス化し、チャネル導波路6よりも屈折率の小さい上部クラッド層7を形成する（図5）。こ

2

の光導波路回路部品では、埋込まれている高屈折率のチャネル導波路6の中に光が閉じ込められ、形成した所定パターンに沿って光は伝搬する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記した一連の製造工程において、コア層3のエッチング時には、図4のように形成されたチャネル導波路6の側面6aに微細な凹凸が発生してしまうことが多い。また、チャネル導波路6の表面6bには、設計した組成とは異なる変質層が形成される。

【0007】一方、チャネル導波路6を埋込んだ上部クラッド層7を形成するときの温度は、チャネル導波路6のガラス化温度よりも200～450℃低い温度に設定されている。その理由は、上部クラッド層7を形成するときの加熱温度をチャネル導波路6のガラス化温度に近づけると、チャネル導波路6が軟化して設計基準の形状から変形してしまうからである。

【0008】しかしながら、上記した温度で上部クラッド層7を形成した場合、チャネル導波路6の側面6aの微細凹凸や表面6bの変質層はそのまま残存した状態で上部クラッド層7に埋込まれることになる。その結果、得られた光導波路回路部品では、チャネル導波路における光の伝搬損失が増大することになる。

【0009】本発明は従来の上記した問題を解決し、埋込み型導波路の光の伝搬損失を低減することができる光導波路回路部品の製造方法の提供を目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記した目的を達成するために、本発明においては、基板の上に火炎堆積法で石英ガラスの下部クラッド層を形成する工程；前記下部クラッド層の上に火炎堆積法で石英ガラスのコア層を形成する工程；前記コア層にホトリソグラフィーとエッチング処理を施して、所定パターンのチャネル導波路を形成する工程；前記チャネル導波路にその軟化温度近傍の温度で加熱処理を施す工程；および、前記チャネル導波路を火炎堆積法で形成した石英ガラスの上部クラッド層の中に埋込む工程；を備えていることを特徴とする光導波路回路部品の製造方法が提供される。

【0011】本発明方法は、所定パターンに形成した石英ガラスのチャネル導波路を上部クラッド層に埋込むに際し、予めそのチャネル導波路に、それを構成する石英ガラスの軟化温度近傍の温度で加熱処理を施すことを除いては、前記した従来の方法と変わることはない。このような加熱処理を施すことによって、チャネル導波路は変形することなく、表面の変質層は溶解し、また側面の微細凹凸は消失して平滑になる。したがって、加熱処理後のチャネル導波路を火炎堆積法で形成した上部クラッド層に埋込んだ場合には、伝搬損失増加の原因が消失しているので、導波路における光の散乱損失は低減する。

【0012】このときの処理温度は、火炎堆積法で形成

した下部クラッド層前駆体とコア層前駆体を透明ガラス化してスラブ導波路にするときの適用温度や、また、そのコア層を加工して形成したチャンネル導波路を埋込む上部クラッド層前駆体の透明ガラス化温度との関係で決められる。とくに、コア層前駆体を透明ガラス化するときの温度との関係で決められる。

【0013】この透明ガラス化の温度は、コア層のガラス組成によって変化するが、今、その温度を $t$  (°C) とすると、上記した加熱処理時の温度 $T$  (°C) は、 $t-400 \leq T \leq t-100$ であることが好ましい。 $T$ が $t-100$  (°C) より高い温度のときは、チャンネル導波路の軟化が激しくなってその変形が併発し、その結果、光の閉じ込め不良、モードフィールド径の変形などによって損失増加が引き起こされる。一方、 $T$ が $t-400$

(°C) より低い温度のときは、チャンネル導波路側面の微細凹凸は十分に消失せず、また表面の変質層の溶解も進まないで、散乱損失を十分に低減することができない。

【0014】

【実施例】Si基板の上に、火炎堆積法で、Si-B-P組成の下部クラッド層前駆体を形成したのち、この下部クラッド層前駆体の上に、同じく火炎堆積法で、Si-B-P-Ti組成のコア前駆体を形成し、1350°Cで透明ガラス化して下部クラッド層とコア層とから成るスラブ導波路を形成した。

【0015】コア層にホトリソグラフィーとRIBEを適用して所定パターンのチャンネル導波路を形成した。このチャンネル導波路の断面を走査電顕で観察したところ、側面には微細な凹凸が認められた。ついで、He/O<sub>2</sub> 雰囲気炉において、温度1150°C、時間1時間の加熱処理を行ったのち、表面を清浄にし、ここに、火炎堆積法でSi-B-P組成の石英ガラスの微粒子を堆積して上部クラッド層前駆体を形成し、それを1100°Cで透明ガラス化して上部クラッド層を形成し、前記チャンネル導波路を埋込んだ。

【0016】この光部品の伝搬損失を5cm長の試片で評価したところ、0.04~0.08 dB/cmであった。比較\*

\*のために、上記加熱処理を行うことなく、直接上部クラッド層を形成した光部品を製造した。この光部品の伝搬損失を5cm長の試片で評価したところ、0.10~0.15 dB/cmであった。

【0017】このように、本発明方法で製造した光部品は、従来のものに比べて、低損失であることが確認された。

【0018】

【発明の効果】以上の説明で明かなように、本発明方法によれば、コア層を加工して形成するチャンネル導波路を上部クラッド層内へ埋込むに先立ち、そのチャンネル導波路の変形を招くことなくその側面の凹凸や表面の変質層を除去するので、得られた光部品では、導波路の光損失は低減する。

【図面の簡単な説明】

【図1】基板上に下部クラッド層を形成した状態を示す断面図である。

【図2】下部クラッド層の上にスラブ導波路層を形成した状態を示す断面図である。

20 【図3】スラブ導波路にホトリソグラフィーを適用する状態を示す断面図である。

【図4】チャンネル導波路を形成した状態を示す断面図である。

【図5】上部クラッド層を形成してチャンネル導波路を埋込んだ状態を示す断面図である。

【符号の説明】

- 1 基板
- 2 下部クラッド層
- 2' 下部クラッド層前駆体
- 3 コア層
- 3' コア層前駆体
- 4 ホトレジスト膜
- 5 マスク
- 6 チャンネル導波路
- 6a チャンネル導波路6の側面
- 6b チャンネル導波路6の表面
- 7 上部クラッド層

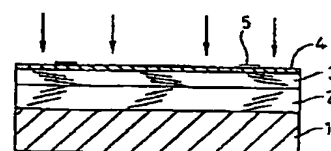
【図1】



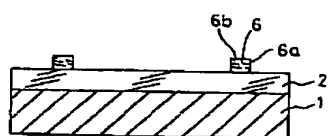
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

